

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Pengenalan Plat Nomor	10
3.2 <i>Optical Character Recognition (OCR)</i>	10
3.3 Konversi RGB-Grayscale	12
3.4 <i>Adaptive Thresholding</i>	12
3.5 CRE (<i>Candidate Region Extraction</i>)	13
3.6 <i>Hough Transform</i>	14
3.7 <i>Skew Correction</i>	15
3.8 Ekstraksi fitur	16
3.8.1 <i>Histogram of Oriented Gradient</i>	16
3.8.2 <i>Restricted Boltzmann Machines</i>	17
3.9 Jaringan Syaraf Tiruan	19
3.10 <i>Horizontal and Vertical Projection</i>	20
3.11 <i>Support Vector Machine</i>	21
3.12 HOG <i>Detect Multiscale</i>	22
BAB IV METODE PENELITIAN	24
4.1 Perancangan Sistem Secara Umum	24
4.2 Alat dan Bahan	24
4.3 Rancangan Sistem	25
4.3.1 Akuisisi citra	25
4.3.2 <i>Image preprocessing</i>	26
4.3.3 Deteksi plat	27
4.3.4 Segmentasi karakter	30

4.3.5	Pengenalan karakter.....	31
4.4	Proses Pelatihan dan Pengujian.....	33
BAB V IMPLEMENTASI SISTEM.....		35
5.1	Akuisisi Citra	35
5.2	Tahap <i>Image Preprocessing</i>	36
5.2.1	Pengubahan citra ke <i>grayscale</i>	36
5.2.2	<i>Vertical edge sobel</i> , dan <i>thresholding</i>	36
5.2.3	Penghitungan kepadatan garis	37
5.2.4	Memilih area dengan kepadatan garis lebih dari <i>threshold</i> ..	37
5.2.5	Seleksi kontur	38
5.3	Tahap Deteksi Plat	40
5.3.1	Ekstraksi HOG.....	40
5.3.2	Pelatihan SVM.....	42
5.3.3	Klasifikasi objek HOG-SVM	44
5.4	Segmentasi Karakter	46
5.4.1	Pengubahan citra ke <i>grayscale</i>	46
5.4.2	<i>Skew correction</i> menggunakan <i>hough transform</i>	46
5.4.3	<i>Adaptive thresholding</i> dan seleksi kontur.....	47
5.5	Pengenalan Karakter	47
5.5.1	Normalisasi data	48
5.5.2	Pelatihan RBM dan SVM	49
5.5.3	Pengenalan karakter RBM-SVM.....	51
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		52
6.1	Pengujian <i>Image Preprocessing</i>	52
6.2	Pengujian Deteksi Plat nomor.....	54
6.2.1	Pelatihan HOG dan SVM	54
6.2.2	Pengujian HOG dan SVM	56
6.3	Pengujian Segmentasi Karakter Plat Nomor.....	60
6.4	Pengujian Pelatihan Pengenalan Karakter Plat Nomor.....	66
6.4.1	Pelatihan parameter RBM	67
6.4.2	Pelatihan parameter SVM.....	75
6.5	Arsitektur Dengan Performa tertinggi.....	78
6.5.1	Pengujian struktur karakter.....	79
6.5.2	Pengujian refleksi cahaya	83
BAB VII PENUTUP		84
7.1	Kesimpulan	84
7.2	Saran.....	85
BAB VIII DAFTAR PUSTAKA		86
LAMPIRAN 1		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Blok diagram OCR (Chauduri, 2017)	11
Gambar 3.2	(a) citra asli; (b) citra grayscale.....	12
Gambar 3.3	Algoritme dari adaptive thresholding.....	13
Gambar 3.4	Citra asli (b) citra hasil thresholding (Al-Ghaili et al., 2013)	13
Gambar 3.5	Hough transform (Arulmozhi et al., 2015).....	15
Gambar 3.6	Rangka RBM.....	18
Gambar 4.1	Blok diagram arsitektur pengenalan plat nomor	25
Gambar 4.2	Denah akuisisi citra tampak dari atas	26
Gambar 4.3	Bagan alir tahap image preprocessing.....	27
Gambar 4.4	Bagan alir proses pelatihan deteksi plat	28
Gambar 4.5	Bagan alir proses pengujian deteksi plat	29
Gambar 4.6	Bagan alir tahap segmentasi karakter.....	30
Gambar 4.7	Bagan alir proses pelatihan pengenalan karakter	32
Gambar 4.8	Bagan alir proses pengujian pengenalan karakter	33
Gambar 5.1	Cara akuisisi citra (tampak samping).....	35
Gambar 5.2	Hasil akuisisi citra (a) motor (b) mobil	35
Gambar 5.3	Potongan program pengubahan citra ke grayscale.....	36
Gambar 5.4	Potongan program ekstraksi sobel	36
Gambar 5.5	Potongan program untuk menghitung kepadatan garis.....	37
Gambar 5.6	Thresholding citra sobel.....	38
Gambar 5.7	Potongan program untuk eliminasi garis dan menghubungkan area yang berdekatan	38
Gambar 5.8	Seleksi area biner menggunakan kontur	39
Gambar 5.9	Potongan program untuk memotong area kontur.....	40
Gambar 5.10	Contoh data latih (a) positif, (b) negatif.....	40
Gambar 5.11	Potongan program untuk memanggil citra.....	41
Gambar 5.12	Potongan program untuk mengubah ukuran dan warna citra.....	41
Gambar 5.13	Potongan program untuk ekstraksi ciri menggunakan HOG	41
Gambar 5.14	Potongan program untuk menyimpan variabel hasil ekstraksi	42
Gambar 5.15	Potongan program untuk membaca hasil ekstraksi HOG	42
Gambar 5.16	Potongan program untuk menyatukan variabel nMat dan pMat serta pemberian label pada dataset yang sudah diekstraksi	43
Gambar 5.17	Potongan program pelatihan SVM.....	43
Gambar 5.18	Potongan program HOG . SetSVMdetector ()	44
Gambar 5.19	Potongan program untuk memasukkan parameter	44
Gambar 5.20	Potongan program klasifikasi plat nomor	45
Gambar 5.21	Potongan program untuk merubah kontras dan tingkat pencahayaan citra.....	46
Gambar 5.22	Potongan program untuk skew correction.....	47



Gambar 5.23	Potongan program seleksi kontur.....	47
Gambar 5.24	Potongan program untuk merubah range nilai piksel	48
Gambar 5.25	Potongan program normalisasi data	49
Gambar 5.26	Potongan program inisialisasi parameter RBM	50
Gambar 5.27	Potongan program pelatihan RBM	50
Gambar 5.28	Potongan program pelatihan SVM.....	51
Gambar 5.29	Potongan program pengenalan karakter.....	51
Gambar 6.1	(a) Citra data uji kendaraan, (b) citra hasil metode sobel	53
Gambar 6.2	(a) hasil thresholding sobel, (b) hasil morfologi closing	53
Gambar 6.3	(a) hasil seleksi kontur, (b) kandidat plat pada citra asli.....	54
Gambar 6.4	Hasil pemotongan kandidat plat.....	54
Gambar 6.5	Hasil ekstraksi ciri data latih plat nomor positif	55
Gambar 6.6	Hasil ekstraksi ciri data latih plat nomor negatif	55
Gambar 6.7	Hasil pelatihan SVM pada deteksi plat nomor.....	55
Gambar 6.8	Model fungsi <code>detectmultiscale()</code>	56
Gambar 6.9	Data uji plat nomor (a) positif dan (b) negatif	57
Gambar 6.10	(a) Hasil deteksi garis tepi sobel, (b) hasil transformasi morfologi, dan (c) hasil deteksi plat yang tidak sempurna	58
Gambar 6.11	(a) citra motor, (b) hasil deteksi garis tepi sobel, (c) hasil deteksi SVM yang gagal, dan (d) hasil deteksi <code>detectmultiscale()</code>	59
Gambar 6.12	(a) plat refleksi cahaya, dan (b) plat non-refleksi cahaya	60
Gambar 6.13	Segmentasi (a) sempurna, (b) baik, tersegmen > 60%, (c) tidak baik, tersegmen < 60%, dan (d) tersegmen dua karakter	61
Gambar 6.14	Citra (a) data uji plat nomor, (b) hough transform, (c) adaptive thresholding, (d) koreksi sudut, (e) pemilihan lokasi plat nomor, dan (f) hasil seleksi kontur	63
Gambar 6.15	Hasil pemotongan citra data uji plat nomor	63
Gambar 6.16	Hasil adaptive threshold citra (a) refleksi cahaya, (b) non-refleksi cahaya.....	65
Gambar 6.17	Grafik akurasi terhadap memontum.....	68
Gambar 6.18	Grafik presisi terhadap momentum.....	69
Gambar 6.19	Grafik sensitivitas terhadap momentum.....	69
Gambar 6.20	Grafik spesifisitas terhadap momentum.....	70
Gambar 6.21	Grafik akurasi terhadap epoch	71
Gambar 6.22	Grafik nilai presisi terhadap presisi	71
Gambar 6.23	Grafik nilai sensitivitas terhadap epoch	72
Gambar 6.24	Grafik spesifisitas terhadap momentum.....	72
Gambar 6.25	Grafik akurasi terhadap jumlah hidden unit.....	73
Gambar 6.26	Grafik presisi terhadap jumlah hidden layer	73
Gambar 6.27	Grafik sensitivitas terhadap jumlah hidden unit.....	74
Gambar 6.28	Grafik spesifisitas terhadap jumlah hidden unit.....	74
Gambar 6.29	Hasil pelatihan RBM.....	75
Gambar 6.30	Hasil pelatihan SVM pada pengenalan karakter plat nomor.....	77



Gambar 6.31	Karakter yang mirip secara fisik (a) Z-2, dan (b) 0-Q	79
Gambar 6.32	(a) huruf O yang standar, (b) angka 0 yang standar	81
Gambar 6.33	Citra (a) karakter M yang blur, (b) karakter W biasa.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan dengan penelitian sebelumnya	8
Tabel 4.1	Spesifikasi laptop ASUS X401U	24
Tabel 4.2	Spesifikasi kamera	25
Tabel 4.3	Skenario proses pelatihan dan pengujian	34
Tabel 6.1	Confusion matrix dari deteksi plat	57
Tabel 6.2	Jenis data uji segmentasi karakter plat nomor	61
Tabel 6.3	Confusion matrix segmentasi karakter	63
Tabel 6.4	Persebaran data tiap kelas	66
Tabel 6.5	Parameter RBM pada penelitian lainnya.....	67
Tabel 6.6	Variasi nilai parameter	68
Tabel 6.7	Tabel Confusion Matrix	76
Tabel 6.8	Hasil pengujian kernel SVM.....	76
Tabel 6.9	Tabel confusion matrix pengujian kfold	77
Tabel 6.10	Tabel hasil pengujian parameter kfold	77
Tabel 6.11	Tabel parameter optimal	77
Tabel 6.12	Nilai presisi, sensitivitas, dan spesifisitas pengenalan karakter	79
Tabel 6.13	Enam karakter dengan FDR tertinggi	80
Tabel 6.14	Enam karakter dengan sensitivitas terendah	82
Tabel 6.15	Jenis data uji karakter plat nomor	83